

Verfahren und Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung, insbesondere in einem Kraftfahrzeug

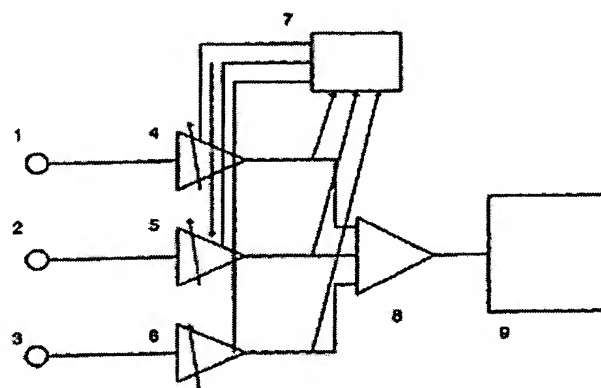
Patent number: DE19812697
Publication date: 1999-09-30
Inventor: SCHAAF KLAUS (DE)
Applicant: VOLKSWAGENWERK AG (DE)
Classification:
- **international:** G10L7/08; G10K11/178; B60R11/02; H05K11/02; B60R16/02
- **european:** H04R3/00B
Application number: DE19981012697 19980323
Priority number(s): DE19981012697 19980323

Also published as:

WO9949698 (A)
EP1064822 (A1)
EP1064822 (B1)

Abstract of DE19812697

The invention relates to a method and a device for operating a microphone system, especially in a motor vehicle, in accordance with the preamble to claims 1 and 6. To markedly improve the recording quality of the speech signal introduced into the system the invention provides for the speech sound to be detected in several different physical locations so as to track a virtual microphone location which is optimised in relation to a moving speech source. From the evaluation of variables such as operating time and/or phase and/or amplitude the individual microphone locations can be virtually weighted and the audio signals of the microphones can be added accordingly or combined in other ways.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 12 697 A 1**

⑤⑦ Int. Cl.⁶:
G 10 L 7/08
G 10 K 11/178
B 60 R 11/02
H 05 K 11/02
B 60 R 16/02

②① Aktenzeichen: 198 12 697.2
②② Anmeldetag: 23. 3. 98
④③ Offenlegungstag: 30. 9. 99

DE 198 12 697 A 1

⑦① Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦② Erfinder:
Schaaf, Klaus, Dr., 38116 Braunschweig, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

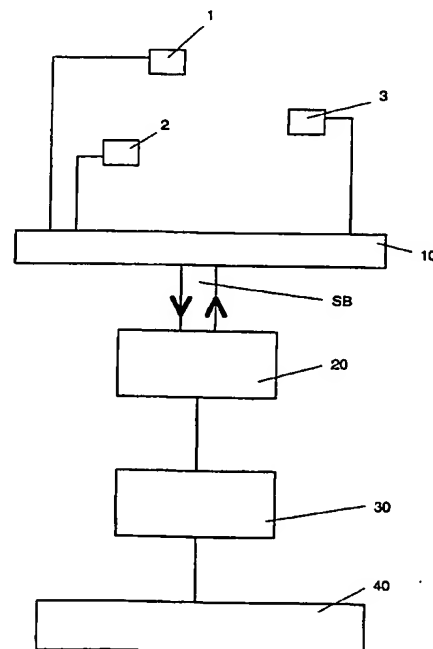
DE 40 29 697 C2
DE 693 14 514 T2
EP 07 95 851 A2
EP 07 73 531 A2
EP 07 21 178 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung, insbesondere in einem Kraftfahrzeug

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung, insbesondere bei einem Kraftfahrzeug, gemäß Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 6.

Um bei einem Verfahren sowie einer Einrichtung dieser Art die Aufnahmequalität des in das System eingegebenen Sprachsignals grundsätzlich zu verbessern, ist erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß zur Nachführung eines virtuellen, zur Position einer beweglichen Sprachquelle optimierten Mikrofonortes, der Sprachschall an mehreren räumlich verteilten Orten erfaßt und aus der Bewertung der Variablen, wie Laufzeit und/oder Phase und/oder Amplitude, die einzelnen Mikrofonorte virtuell gewichtet werden und die Audiosignale der Mikrofone entsprechend aufaddiert oder anderweitig kombiniert werden.



DE 198 12 697 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung, insbesondere bei einem Kraftfahrzeug, gemäß Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 6.

Mikrofone bzw. Mikrofonanordnungen werden in Kraftfahrzeugen insbesondere zum Betrieb der sogenannten Freisprechanlage, darüber hinaus jedoch auch bei Sprachverstärkungs- und -übertragungsanlagen und bei Anlagen zur aktiven Geräuschunterdrückung benötigt.

Dabei ist es wichtig, daß der Schall in unmittelbarer Kopfnähe des Fahrzeuginsassen bzw. des Fahrzeugführers aufgenommen wird, bzw. aufgenommen werden kann. Hierzu werden meistens Mikrofone in dem Bereich der Armaturentafel oder im Bereich der Dacharmatur oder am Innenspiegel angeordnet. Bei ansonsten einfachen Freisprech-einrichtungen bei Autotelefonanlagen oder aber auch bei sprachgesteuerten Eingabeschnittstellen an elektronischen Geräten stellen einfache Mikrofone oder Mikrofonanordnungen oftmals ein Problem dar. Die Sprachnachrichten werden dabei von Fahrgeräuschen überlagert, was nicht nur bei Freisprechtelefonanlagen sondern auch bei sprachge-steuerten Eingabeeinheiten problematisch wird.

Aus der DE 196 08 869 A1 ist eine Sprachbedieneinrichtung für Komponenten in Kraftfahrzeugen bekannt, bei welcher die Betätigung der Bedieneinrichtung durch die Bedieneinrichtung den sprachgesteuerten Befehl richtig entgegen-genommen hat. Eine Sprachbedieneinrichtung dieser Art konzentriert sich auch hinsichtlich ihrer Mikrofonausgestal-tung lediglich auf eine herkömmlich Mikrofonausbildung bzw. Mikrofonanordnung.

Aus der DE 195 33 541 C1 ist ein sprachgesteuertes Be-dienverfahren ähnlicher Art bekannt. Hierbei wird jedoch die Sprachsteuerung als solches behandelt. Um hierbei eine sichere Bedienung zu erreichen, wird ein sehr aufwendiges Spracherkennungsverfahren eingesetzt, bei welchem die Aspekte Geräuschreduktion, Echokompensation, Merk-malsextraktion, Syntax- und Semantikprüfung voneinander separat behandelt werden. Dabei geht es lediglich darum, die verfügbaren Sprachsignale in einer bestmöglichen Art und Weise nachzubearbeiten. Eine Verbesserung der Sprachqualität als solches bzw. eine Verbesserung der Sprachsignalaufnahme, bleibt hierbei außer Betracht.

Aus der EP 0721178 A2 ist ein Multikanal-Kommunikationssystem mit mehreren Mikrofonen und mehreren Laut-sprechern bekannt. Die gesamte Anlage ist dabei ausgelegt für mindestens zwei sprechende Personen, die in Sende-/Empfangsbetrieb zueinander geschaltet sind. Die Übertra-gungsmittel selektieren die Sprachnachricht aus einer Ge-samtgeräuschkulisse. Bei einer Anwendung für Kraftfahr-zeuge wird ein sogenanntes Fehler- oder Vergleichsmikro-fon über den Sicherheitsgurt sehr nahe an die sprechende Person gebracht. Der Mikrofonort ist auch hierbei festge-legt. Im übrigen ist die Ausführung gemäß dieser Schrift auf den Sende-/Empfangsbetrieb zweier oder mehrerer Perso-nen ausgelegt.

So ist des weiteren aus der EP 0773531 A2 ein frequenz-selektives Kontrollsystem für akustische Anlagen bekannt. Hierbei steht die Verhinderung der Übersteuerung im Vor-dergrund. Eine Verbesserung der Empfangsqualität der Sprachnachricht bleibt hierbei außer acht. Ein System ähnli-cher Art ist auch aus der EP 0721179 A2 bekannt. Das dort offenbarte adaptive tonale Kontrollsystem zur Eliminierung von Stabilitätsproblemen behandelt vordergründig ebenfalls die Verhinderung der bereits erwähnten Übersteuerung.

Grundsätzlich zeigt dieser Querschnitt aus dem Stand der Technik, daß man sich grundsätzlich mit der Verbesserung

des bereits empfangenen Sprachsignales beschäftigt. Eine Verbesserung der Aufnahmequalität am Ort der Spracherzeugung wird jedoch vielfach, wenn nicht sogar grundsätz-lich vernachlässigt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Ver-fahren sowie eine Einrichtung der gattungsgemäßen Art da-hingehend weiter zu entwickeln, daß die Aufnahmequalität des in das System eingegebenen Sprachsignales grundsätz-lich verbessert wird.

Die gestellte Aufgabe ist bei einem Verfahren der gat-tungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die kennzeich-nenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Hinsichtlich einer Einrichtung der gattungsgemäßen Art ist die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß durch die kenn-zeichnenden Merkmale des Patentanspruches 6 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsge-mäßen Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 5 angege-ben, und weitergehende Ausgestaltungen hinsichtlich der erfindungsgemäßen Einrichtung sind in den übrigen Patent-ansprüchen 7 bis 10 angegeben.

Zentralpunkt bei der Erfindung sowohl in verfahrensgemä-ßer, als auch in einrichtungsgemäßer Hinsicht, ist die Festlegung eines virtuellen optimierten Mikrofonortes. Die-ser wird bestimmungsgemäß dort virtuell festgelegt, wo die Sprachquelle ist, d. h., am Ort des Kopfes der sprechenden Person. Diese sogenannte räumliche Geräusch- oder Sprachquellenerkennung kann z. B. mittels Laufzeitmes-sung vorgenommen werden. Bei einer Mehrfachanordnung von Mikrofonen führt dies dazu, daß während des Sprech-vorganges mittels einer Laufzeitmessung die Sprachquelle in ihrer räumlichen Position erkannt werden kann. Die Mi-krofone werden nach Betrag und Phase so aufaddiert, daß die Nutzsignale aufaddiert und verstärkt werden, die zum Nutzsignal nicht korrelierten Störsignale aber optimal aus-geblendet werden. Damit haben alle Mikrofone eine unter-stützende Funktion und gehen in die Bewertung mit ein. Es handelt sich nicht um ein Nachbehandeln des Mikrofon-signalen sondern um eine Verbesserung des in die Übertra-gungskette eingespeisten Sprachsignales.

Besonders vorteilhaft ist der sowohl verfahrensgemä-ße als auch einrichtungsgemäße Grundgedanke der Erfindung dadurch, daß ein auf diese Weise selektiviertes Mikrofon bzw. die hier zugrunde liegende Laufzeitmessung mit einer Positionsbestimmung des Kopfes der sprechenden Person kombiniert werden kann.

Aus der US 5366241 sind zwar Mittel zur Ermittlung der Kopfposition bekannt, die zur Airbagsteuerung dienen. Da-bei wird die Kopfposition jedoch mit generierten Schallwel-len ermittelt. Eine Kombination mit einem sprachbetrie-be-nen Mikrofon ist dabei nicht erwähnt.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung können dann die so über die Sprachquellenerkennung bzw. die sogenannte virtuelle Mikrofonortbestimmung Kopfpositionsdaten er-zeugt werden, über welche die Sicherheitssysteme qualifi-ziert ansteuerbar sind. D.h., parallel zum üblichen Sprechbe-trieb bei Autotelefonen oder Spracheingabeeinheiten wird zusätzlich die Kopfposition ermittelt, ohne dabei zusätzli-che weitergehende Mittel zur Verfügung stellen zu müssen. D.h., befindet sich der Kopf zum Airbagsystem in einer un-günstigen Position, so kann im Bedarfsfalle das Sicherheits-system so angesteuert werden, daß eine Airbagauslösung unterbleibt.

Das System ist damit insgesamt multifunktional, wobei im wesentlichen jedoch die Erhöhung der Sprachqualität am Erfassungsort gegeben ist. Dies führt zu einer verständliche-ren Übertragung während des Sprechbetriebes bei einer Au-totelefonanlage. Darüber hinaus werden bei spracheingabe-gesteuerten Einheiten im Kraftfahrzeug die Sprachkomman-

dos sicherer erkannt und umgesetzt.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend näher beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1 Grundsätzlicher Aufbau in Systemübersicht.

Fig. 2 Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen elektronischen Aufbau.

In der Fig. 1 ist der Aufbau der grundsätzlichen Elemente sowie die funktionalen Verbindung derselben untereinander dargestellt. Dabei wird auf detaillierte Darstellungen verzichtet und lediglich eine Systemübersicht gezeigt.

Eine Mehrzahl von Mikrofonen 1, 2, 3, ist innerhalb des Kraftfahrzeuges räumlich verteilt angeordnet. Dabei kann bei einer entsprechenden günstig gewählten Positionierung auch eine Anordnung mit zwei Mikrofonen genügen. Darüber hinaus kann es durchaus vorteilhaft sein, sogar noch mehr als drei Mikrofone anzuordnen. Die Wahl der Mikrofonorte ist dabei beliebig und können somit entweder in Armaturen fest installiert sein, oder mittels weiterer Befestigungselemente räumlich im Kraftfahrzeug verteilt sein.

Grundsätzlich bleibt jedoch die Tatsache daß pro Platz mehrere Mikrofone benötigt werden. Für eine exakte 3-D-Lokalisierung werden aber 3 Mikrofone benötigt. Dabei müssen die Mikrofonorte einen 3-dimensionalen Raum aufspannen und dürfen nicht in einer Ebene liegen. Sind dagegen die Mikrofone zu weit entfernt voneinander, so ist die Laufzeit- bzw. Korrelationsmessung nicht ausreichend genau.

Sämtliche Mikrofone liefern dabei ein entsprechendes Signal, welches zu einer Signalauswertung 10 zusammengeführt wird. Wird nun im Fahrzeug eine Sprachnachricht aufgenommen, so wird diese von allen Mikrofonen empfangen. Da diese jedoch räumlich verteilt sind, ist zum einen die Qualität des empfangenen Signals unterschiedlich, und zum anderen entstehen bei genauester Auswertung Laufzeitunterschiede, die durch die begrenzte Schallgeschwindigkeit erzeugt werden. So wird innerhalb der Signalauswertung 10 dann eine Laufzeitermittlung durchgeführt, und aus der Korrelation aller Mikrofonensignale der Ort der Geräusch- bzw. Spracherzeugung bestimmt. Die so ermittelten räumlichen Koordinaten für die Sprachquelle lassen sodann eine elektronische Ermittlung des sogenannten virtuellen Mikrofonortes zu. Mit anderen Worten heißt dies, daß die Mehrzahl der Mikrofonensignale aus den verteilt angeordneten Mikrofonen durch Korrelation aller Signale den besagten virtuellen Mikrofonort ergeben, welcher die günstigste Position zum Kopf derprechenden Person nachbildet. Verändert sich nun die Lage des Kopfes, so wird dies wiederum von der Mehrfachanordnung der Mikrofone entsprechend registriert und mittels besagter Laufzeitmessung der virtuelle Mikrofonort durch eine Verschiebung der Wichtung der Mikrofonensignale quasi nachgeführt. Da die Bewertung auf elektronische Weise erfolgt, läuft die gesamte Verfahrensweise nahezu unverzüglich, d. h., ohne nennenswerte merkbare Zeitverzögerung, ab.

Eine weitere Verfahrensweise kann jedoch auch darin bestehen, daß grundsätzlich immer alle Mikrofonensignale bewertet werden, und mittels einer Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der einzelnen Mikrofonensignale die Sprachnachricht kontinuierlich verifiziert werden kann.

Unabhängig von der nun tatsächlich vorliegenden Verfahrensweise ist die Signalauswertung 10 in einer Ausgestaltung der Erfindung bidirektional signaltechnisch mit einer nachfolgenden Mikrofonortbestimmungseinheit 20 verbunden. Innerhalb dieser Mikrofonortbestimmungseinheit kann dann entweder eine Empfangskeulenbestimmung und eine entsprechende Berechnung vorgenommen werden oder die Auswahl des momentanen Hauptmikrofones festgelegt wer-

den.

Dem nachfolgend ist die Mikrofonortbestimmungseinheit 20 wiederum signaltechnisch mit einer Berechnungseinheit 30 verbunden, mit deren Hilfe aus den ermittelten Daten bzw. Signalen eine Lagebestimmung des Kopfes durchgeführt wird. Hierbei kann nun die weitergehende Berechnung, beispielsweise in einem Vergleich mit Mustern, liegen. Der Vergleich mit Mustern kann dabei die Rechenzeit erheblich verkürzen, weil dann nicht jedes Mal ab initio gerechnet werden muß. Die sogenannten "out of Position" - Positionen des Kopfes derprechenden Person, im Hinblick auf eine Airbag-Auslösung, können unmittelbar erkannt werden. Somit ist die Berechnungseinheit 30 nachfolgend mit der Signalerzeugung für die Sicherheitssysteme 40 wie Airbag, Gurtstraffer und dergleichen mehr, verbunden.

Die bidirektionale Verbindung SB zwischen der Signalauswertung 10 und der Mikrofonortbestimmungseinheit 20 ermöglicht die hierbei im Mittelpunkt stehende Ansteuerung der Mikrofone, abhängig von der Position des Kopfes derprechenden Person.

Bewegt sich nun der Kopf der entsprechenden Person während des Sprechbetriebes, so findet durch die Erfindung sozusagen eine Nachführung eines virtuellen Mikrofonortes statt. D.h., beginnt der Sprechbetrieb bei einem lagemäßig optimierten Mikrofon X 1 und verändert sich die Position während des Sprechbetriebes, so findet eine Nachführung des optimalen Mikrofonortes während des Sprechbetriebes beispielsweise durch eine Verlagerung auf das Mikrofon X 2 als quasi dominantes Mikrofon statt. D.h., der einmal als optimal ermittelte virtuelle Mikrofonort verändert sich natürlich dann, wenn sich die Lage des Kopfes derprechenden Person verändert. Dies ist im Wesen der Erfindung erfaßt und hier auf vorteilhaft einfache Weise gelöst. Es ist ein Sonderfall wenn der virtuelle Mikrofonort mit einem der tatsächlichen Mikrofone zusammenfällt. In der Hauptsache findet jedoch eine kollektive Mikrofonensignalebewertung statt, bei welcher die Richtcharakteristik durch entsprechende Verschiebung der quasi Rangordnung in der Bewertung der einzelnen Mikrofonensignale an die geänderte Lage des Kopfes angepaßt wird.

Die Mikrofonorte der verteilt angeordneten Mikrofone sind abhängig von der Fahrzeugkonfiguration. Grundsätzlich vorteilhaft ist somit die Anordnung von mindestens 2 Mikrofonen pro Person. Es kann auch so sein, daß eine ungeradzahlige Anzahl von Mikrofonen verwendet wird, wobei dann eins oder mehrere Mikrofone mehreren Personen zugeordnet ist bzw. sind.

Fig. 2 zeigt eine einfache prinzipielle Schaltungsanordnung zur Realisierung der in Fig. 1 lediglich systematisch dargestellten Funktionsweise.

Die Mikrofone 1, 2, 3 sind jeweils mit einem einstellbaren Verstärker 4, 5, 6 verbunden. Gesteuert werden diese einstellbaren Verstärker über die Bewertungseinrichtung 7. Zwei der einstellbaren Verstärker können steuerseitig auch gekoppelt bzw. korrelierend gekoppelt sein. Des weiteren werden die einzelnen Verstärkerausgangssignale ebenfalls auf die besagte Bewertungseinrichtung 7 gegeben. Parallel dazu werden die verstärkten Mikrofonensignale auf einen Addierer 8 geschaltet, der ausgangseitig mit der Einrichtung 9 zur Übertragung der Audiosignale verschaltet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Mikrofonanordnung, insbesondere bei einem Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Nachführung eines virtuellen, zur Position einer beweglichen Sprachquelle optimierten Mikrofonortes, der Sprachschall an mehreren

räumlich verteilten Orten erfaßt und aus der Bewertung der Variablen, wie Laufzeit und/oder Phase und/oder Amplitude, die einzelnen Mikrofonorte gewichtet werden und die Audiosignale der Mikrofone entsprechend aufaddiert oder anderweitig kombiniert werden.

2. Verfahren zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung der Mikrofonensignale bzw. die virtuelle Mikrofonortbestimmung durch eine Schalllaufzeitbewertung zu bzw. zwischen den einzelnen Mikrofonen erfolgt.

3. Verfahren zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch simultane Bewertungen aller Mikrofonensignale die Richtcharakteristik der gesamten Mikrofonanordnung durch Verschiebung der Verstärkung oder der Phase oder der Laufzeit der einzelnen Mikrofonensignale der geänderten Lage der Sprachquelle nachgeführt wird.

4. Verfahren zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus den ermittelten Variablen bzw. Parametern die Lage/Position des Kopfes/Sprachquelle ermittelt wird und diese als Entscheidungskriterium für die Auslösung von Sicherheitssystemen, wie Airbag, herangezogen wird.

5. Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, bei welcher über die Mikrofonanordnung Sprachsignale in eine Audio- oder Telefonanlage oder in sprachgesteuerte Eingabeinheiten von Geräten eingebbar ist, oder im Rahmen einer aktiven Geräuschkompensation, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrofonanordnung mindestens zwei räumlich verteilt angeordnete Mikrofone (1, 2, ...) enthält, daß die Signale aller Mikrofone (1, 2, ...) zu einer Signalauswertung (10) zusammenführbar sind, und daß diese Signalauswertung (10) nachfolgend mit Mitteln (20, 30) logisch derart verschaltet ist, daß aus der Gesamtheit der Mikrofonensignale ein zur Schall- bzw. Sprachquelle optimales Mikrofon oder eine kollektiv ermittelbare Richtcharakteristik temporär auswählbar/ansteuerbar ist.

6. Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die besagten Mittel aus einer Mikrofonortbestimmungseinheit (20) und einer nachfolgenden weiteren Berechnungseinheit (30) bestehen.

7. Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Mikrofonortbestimmungseinheit (20) aus der simultanen Bewertung aller Mikrofonensignale eine virtuelle Mikrofonortbestimmung durchführbar ist, die der beweglichen Position der Sprachquelle nachführbar ist.

8. Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7 dadurch gekennzeichnet, daß die signaltechnische Verbindung zwischen Signalauswertung (10) und der Mikrofonortbestimmungseinheit (20) bidirektional ausgelegt ist, derart, daß über das in der Mikrofonortbestimmungseinheit (20) ermittelbare Ergebnis des virtuellen Mikrofonortes ein Rücksignal an die Signalauswertung (10) gebbar ist, um die Mikrofone (1, 2, 3) hernach gezielt anzusteuern bzw. abzurufen.

9. Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnungseinheit (30), in welcher aus den ermittelten Daten die jeweilige aktuelle Position der Schallquelle ermittelbar ist, eine

Bewertung derart erfolgt, daß in entsprechend ungünstiger Position ein Blockiersignal auf die Sicherheitssysteme (40), wie Airbag, Gurtstraffer und dergleichen, gebbar ist.

10. Einrichtung zum Betrieb einer Mikrofonanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur bestimmungsgemäßen Bewertung der Mikrofonensignale die Mikrofone (1, 2, 3) ausgangsseitig mit jeweils einem einstellbaren Verstärker (4, 5, 6) verbunden sind welche jeweils einzeln oder gekoppelt über eine Bewertungseinrichtung (7) einstellbar sind, daß die Ausgänge der Verstärker (4, 5, 6) mit einem mit einer Einrichtung (9) zur Übertragung der Audiosignale verbundenen Addierer (8) verschaltet sind und die jeweiligen Ausgänge der Verstärker (4, 5, 6) parallel auch mit der Bewertungseinrichtung (7) informationsrückkoppelnd verschaltet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

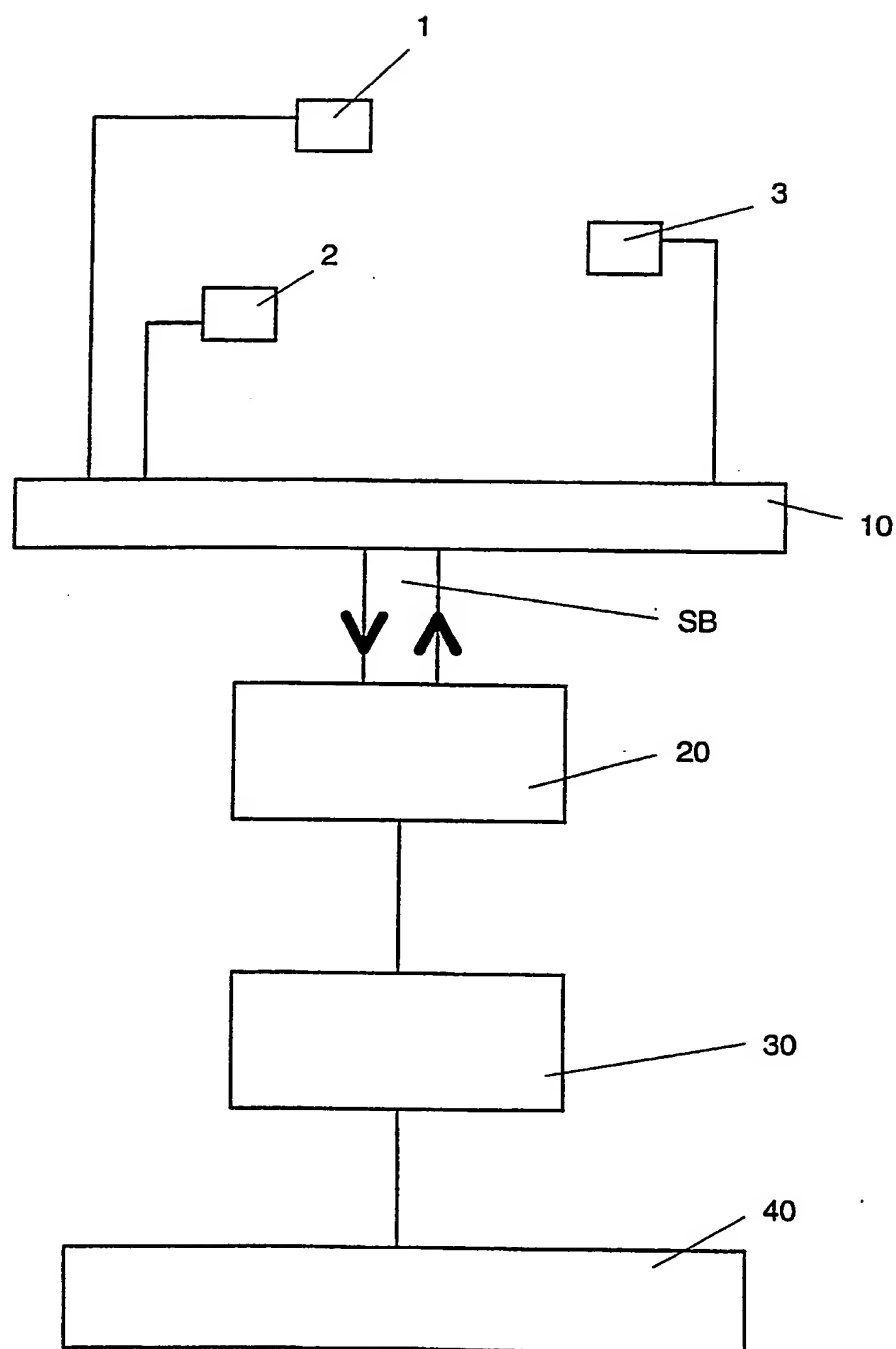


Fig 1

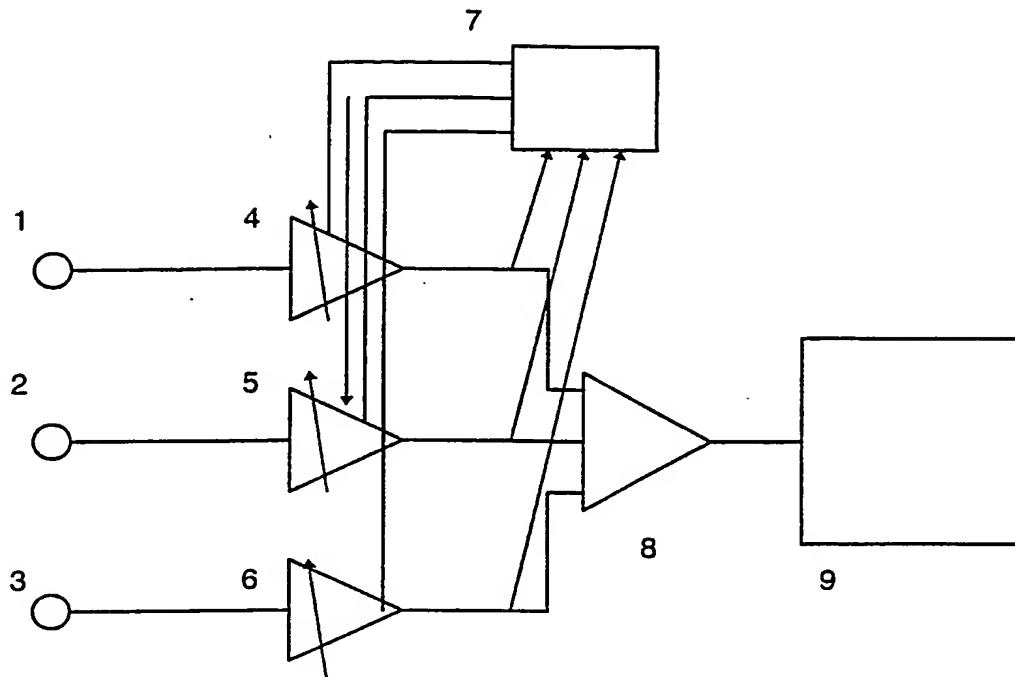


Fig 2